

第 65 回応用物理学会春季学術  
講演会参加報告

東 正 拳

Masataka HIGASHI

電子情報学科 2017 年度卒業

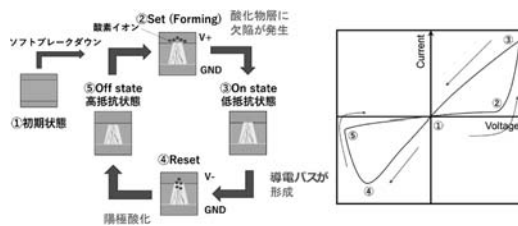


Fig. 1 ReRAM 動作原理

1. はじめに

私は 2018 年 3 月 17 日から 20 日に開催された第 65 回応用物理学会春季学術講演会に参加し、「ウェットプロセスによる酸化タンタル薄膜作製と抵抗変化型メモリへの応用」という題目で、ポスター講演を行った。

2. 背景

近年、コンピュータをはじめとするエレクトロニクスデバイスの高機能化が進み、より多くのデータを扱うようになった。そのデータを記憶するために多量の記憶容量を持つ記憶媒体が求められている。

しかし、半導体エレクトロニクスの分野で最も重要視されていた DRAM, SRAM, フラッシュメモリといった記憶素子は研究開発に限界が近づいている。次世代ナノ電子デバイスとして様々な新規メモリが提案され、研究が行われている中でも、抵抗変化型メモリ (ReRAM) は大容量、高速動作を同時に満たす有望な不揮発メモリとして注目されている。この素子の製造方法の一つとしてウェットプロセスが挙げられる。この方法の利点は一度に大量の基板が処理できることや、常温、常圧下で容易に成膜が可能であることから、装置や薬品に必要なコストを低く抑えることができるなどが挙げられる。

また、この素子の抵抗変化層には酸化タンタル薄膜を用いる。酸化タンタルは、比誘電率が高く、絶縁性にも優れている点が利点として挙げられる。ReRAM は初期の状態では高抵抗状態にあり、一定以上の電圧を印加するとソフトブレイクダウンが生じる。これにより酸化物層に欠陥が誘起され、金属

的伝導を示す導電パスが形成されることで低抵抗状態となる。これ以降は電圧印加と陽極酸化により、メモリの ON/OFF が実現される (Fig. 1)。

本研究では、ウェットプロセスにより、酸化タンタル薄膜を電極間に設けた MIM (Metal Insulator Metal) 構造の ReRAM を簡易に作製した。しかし、駆動電圧が高圧であることや、リーク電流の発生などが課題として浮上したため、これらの改善を目的とした。

3. 実験方法

はじめにエタノール、酢酸、タンタルペンタエトキシドを混合し、前駆体溶液を作製した。Si 基板上に抵抗加熱蒸着により下部電極 (Au) を設け、その上に前駆体溶液を滴下し、大気雰囲気下で焼成した。

最後に抵抗加熱蒸着により上部電極 (Al) を形成した。完成したデバイスをマニュアルプローバと半導体パラメータアナライザを用いて電圧値を操作し、そのときの電流値を記録した。

4. 実験結果

結晶質の酸化タンタル薄膜 (700°C\_1h 焼成) を用いた素子での I-V 特性を Fig. 3 に示す。0 V から 18 V まで電圧を印加した後、電圧を弱め、逆方向に再度 18 V まで電圧を印加し、0 V に戻した。+17 V と -16 V 付近で抵抗変化が発生していることが確認できたが、駆動電圧が高圧であることや、リーク電流が発生している。

非晶質の酸化タンタル薄膜 (600°C\_1h 焼成) を、用いた素子での I-V 特性を Fig. 3 に示す。結

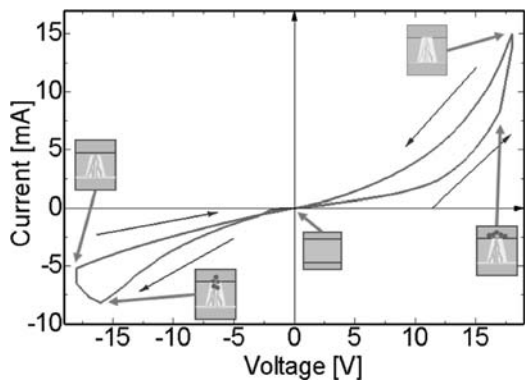


Fig. 2 結晶質膜を用いた素子の動作

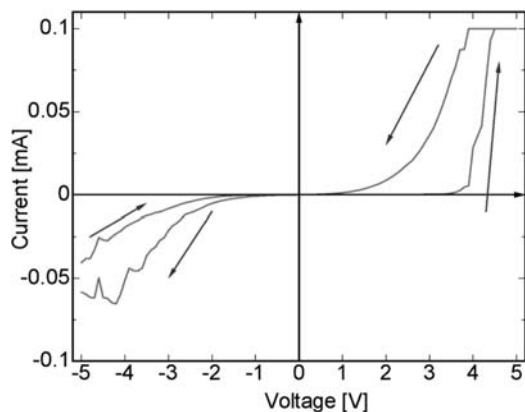


Fig. 4 非晶質・薄膜化した素子の動作

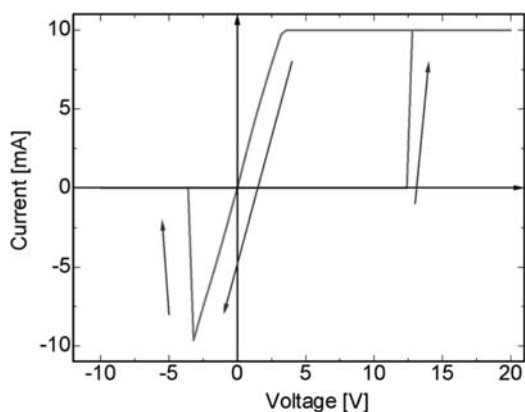


Fig. 3 非晶質の膜を用いた素子の動作

晶質の膜を用いた結果と比べ、リーク電流の発生を抑えられたことが確認できた。

酸化タンタルの濃度を薄めた前駆体から作成した素子での結果を Fig. 4 に示す。薄膜化したことで、駆動電圧を低圧化できたことを確認した。

## 5. まとめ

ウェットプロセスを製造工程に組み込んだ Re-RAM の動作実証において、リーク電流の発生、駆

動電圧の低電圧化の必要など課題が浮上した。本研究ではこれらの解決を目的として、非晶質の酸化タンタル薄膜の作製、酸化タンタル膜の膜厚調整を行ない、再度動作実証を行った。酸化タンタルの結晶化を防止し、リーク電流が発生しない素子を作製することに成功した。次に、前駆体溶液作製の段階でタンタルエトキシドの濃度調整を行い、酸化タンタル膜の膜厚を縮小した素子を作製した。その結果、駆動電圧の低電圧化に成功した。

## 6. 謝辞

最後に、研究に取り組む姿勢から研究に関するご指導、また研究以外に至るまで、幅広くご指導頂きました龍谷大学 理工学部電子情報学科 番貴彦助教、山本伸一教授に心より深く感謝致します。そして、走査型顕微鏡の使用法についてご指導下さった今井先生、日頃の研究において指導して頂いた、山本研究室の先輩方や、共に励ましあい、協力し合った同期の仲間達にも感謝致します。